

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-135773

(43)Date of publication of application : 22.05.1998

(51)Int.Cl.

H03H 9/25  
H03H 3/08  
H03H 9/145

(21)Application number : 08-284013

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 25.10.1996

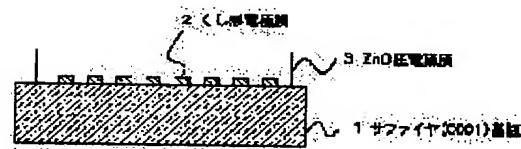
(72)Inventor : KAMIJO ATSUSHI  
MATSUKURA NORISUKE

## (54) SURFACE ACOUSTIC WAVE DEVICE AND ITS MANUFACTURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a high frequency use surface acoustic wave device with excellent power resistance which is simply and stably manufactured.

SOLUTION: Interdigital electrode films 2 made of an Al or an Al group alloy oriented strongly in the azimuth (111) is formed on a sapphire (0001) substrate 1 and a ZnO piezoelectric thin film 3 is formed to cover the interdigital electrode films 2. Since the interdigital electrode films 2 are oriented in the azimuth (111), crystal grains take a closest packed structure and stress migration immunity is improved to prevent Al atoms from being diffused crystal grain boundaries due to a SAW vibration applied to the interdigital electrode films 2.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]	25.10.1996
[Date of sending the examiner's decision of rejection]	20.06.2000
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]	
[Date of final disposal for application]	
[Patent number]	3317860
[Date of registration]	14.06.2002
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]	2000-11267
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]	21.07.2000
[Date of extinction of right]	

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-135773

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月22日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
H 0 3 H	9/25	H 0 3 H	9/25
	3/08		3/08
	9/145		9/145
			C
			C

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

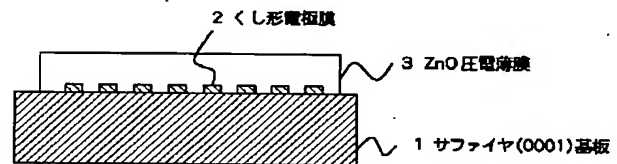
(21) 出願番号	特願平8-284013	(71) 出願人	000004237 日本電気株式会社 東京都港区芝五丁目7番1号
(22) 出願日	平成8年(1996)10月25日	(72) 発明者	上條 敦 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(72) 発明者	松倉 徳丞 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 若林 忠

(54) 【発明の名称】 弾性表面波装置ならびにその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 耐電力性に優れ、簡便に安定して製造することのできる高周波用の弾性表面波装置を提供する。

【解決手段】 サファイヤ(0001)基板1上に、(111)方位に強く配向したAlあるいはAl系合金からなるくし形電極膜2が形成され、くし形電極膜2を覆ってZnO圧電薄膜3が形成されている。くし形電極膜2が(111)方位に配向しているため結晶粒が最密充填構造をとり、くし形電極膜2に印加されるSAWの振動によるAl原子が結晶粒界を通して拡散する現象を防ぐため、ストレスマイグレーション耐性が向上する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 サファイヤ(0001)からなる基板上に(111)方位に配向した、アルミニウム(Al)またはアルミニウム系合金からなるくし形電極膜が形成され、前記くし形電極膜が酸化亜鉛(ZnO)からなる圧電薄膜により覆われた弾性表面波装置。

【請求項2】 サファイヤ(0001)からなる基板上に(111)方位に配向した、アルミニウム(Al)またはアルミニウム系合金からなるくし形電極膜が形成され、前記くし形電極膜が酸化亜鉛(ZnO)からなる圧電薄膜により覆われた弾性表面波装置の製造方法において、前記基板を化学エッチングした後、前記くし形電極膜をイオンビームスパッタ法により形成することとを特徴とする弾性表面波装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、弾性表面波(SAW: Surface Acoustic Wave)装置ならびにその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】弾性表面波(SAW)を利用したフィルタやレゾネータ等の弾性表面波装置が、移動体通信用をはじめとして広く用いられている。弾性表面波装置(SAWデバイス)は、SAWを伝搬させる圧電基板と、この上にアルミニウム(Al)またはAl系合金がくし形に微細加工されたくし形電極膜(インターディジタル電極)と、前記くし形電極膜を覆う圧電薄膜とにより構成される。SAWデバイスの中心周波数 $f_0$ は、弾性表面波の伝搬速度(音速)を $v$ 、電極ピッチを $\lambda/4$ とすると、 $f_0 = v/\lambda$ によって求められる。したがって、中心周波数 $f_0$ の高周波化のためにはくし形電極膜を微細に加工し電極ピッチを狭小化する方法と、圧電基板に高音速基板材料を用いる方法がある。圧電基板に高音速基板材料を用いたSAWデバイスとして、サファイヤ基板上に酸化亜鉛(ZnO)膜を成膜したものが提案されている。

【0003】SAWデバイスに高い電力の信号が入力されると、弾性表面波による圧電基板の振動によってくし形電極膜が大きな応力を受け、Al原子が移動する、いわゆるストレスマイグレーション現象が発生することが知られている。この現象が発生すると、電気的短絡、挿入損失の増大、Q値の低下などのSAWフィルタ特性の劣化が起こる。このストレスマイグレーション現象の発生頻度はSAWフィルタの高周波化とともに増大するため、SAWフィルタの高周波化に対する大きな障害になっている。ストレスマイグレーション耐性、すなわちSAWデバイスの耐電力性をあげるために、くし形電極膜の電極材料には、アルミニウム(Al)に銅(Cu)やシリコン(Si)、チタン(Ti)、パラジウム(Pd)等を微量添加したAl合金が用いられている。添加

元素濃度が高くなるにつれくし形電極膜の耐電力性は向上するが、挿入損失の増大、電極加工時におけるエッチング残渣などの問題が生じるため高濃度の添加は望ましくない。

【0004】上述した高周波SAWデバイスにおけるくし形電極膜のストレスマイグレーション現象対策として、特開平3-40510号公報には、サファイヤ【0005】

【外1】

## (01T2)

基板と、前記基板上に蒸着法により成膜した(311)方位の単結晶Al膜のくし形電極膜と、ZnO膜の圧電薄膜とから成るSAWデバイスが提案されている。この従来の弾性表面波装置は、多結晶構造のAlをくし形電極膜に用いたSAWデバイスに比べると、優れたストレスマイグレーション耐性を有する。

【0006】一方、特開平4-75183号公報には、SAWデバイスのストレスマイグレーション現象およびLSI配線のエレクトロマイグレーション現象対策として、膜厚が1~500オングストロームのチタン、バナジウム、鉄、コバルト、ニッケル、銅およびイットリウムの金属下地膜上に形成された(111)の一軸配向構造を有するAlあるいはAl系合金による配線によりくし形電極膜を形成するSAWデバイスが提案されている。この従来の弾性表面波装置も、多結晶構造のAlをくし形電極膜に用いたSAWデバイスに比べると、優れたストレスマイグレーション耐性を有する。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来の弾性表面波装置では、下記のような問題点があった。

## (1) サファイヤ

## 【0008】

【外2】

## (01T2)

基板上に蒸着法により成膜した(311)方位の単結晶Al膜によるくし形電極膜とZnOからなる圧電薄膜とからなるSAWデバイスにおいては、サファイヤ

## 【0009】

【外3】

## (01T2)

基板上に(311)方位の単結晶Al膜を形成するのが難しいため、製造歩留まりが極めて低い。

(2) 金属下地膜上に形成された(111)の一軸配向構造を有するAlあるいはAl系合金によるくし形電極膜を有するSAWデバイスにおいては、そのくし形電極膜の製造にあたっては、AlあるいはAl系合金の他に下地金属を成膜するための手段が必要となり、成膜装置が大きくなってしまふ。

【0010】本発明の目的は、ストレスマイグレーション耐性つまり耐電力性に優れ、かつ簡便に安定して製造

することのできる高周波用の弾性表面波装置を提供することである。

#### 【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の弾性表面波装置は、サファイヤ(0001)からなる基板上に(111)方位に配向した、AlまたはAl系合金からなるくし形電極膜が形成され、前記くし形電極膜が酸化亜鉛(ZnO)からなる圧電薄膜により覆われている。

【0012】本発明は、くし形電極膜が(111)方位に配向したAlまたはAl系合金により形成され、結晶粒が最密充填構造をとることにより、印加されたSAWの振動によりくし形電極膜のAl原子が結晶粒界を通過して拡散する現象を防ぐようにしたものである。

【0013】したがって、ストレスマイグレーション耐性を向上することができる。

【0014】また、本発明の弾性表面波装置の製造方法は、サファイヤ(0001)からなる基板上に(111)方位に配向した、AlまたはAl系合金からなるくし形電極膜が形成され、前記くし形電極膜が酸化亜鉛(ZnO)からなる圧電薄膜により覆われた弾性表面波装置の製造方法において、前記基板を化学エッチングした後、前記くし形電極膜をイオンビームスパッタ法により形成することを特徴とする。

【0015】本発明は、6回対称であるサファイヤ(0001)面を基板として使用し、くし形電極膜を形成する材料であるAl(111)の対称性と整合するようにしたものである。

【0016】したがって、基板上に(111)方位のAl膜を容易に形成することができる。

【0017】また、Alの成膜に先立って基板を化学エッチングするため、基板表面上に存在する結晶構造の乱れた表面変質層を除去することができ、単結晶または配向性の高いAl膜を容易に形成できるようにしたものである。

【0018】また、被成膜物質原子の基板へのエネルギーが高いイオンビームスパッタ法により基板上にAl膜を堆積するため、基板面上でのマイグレーションが促進され緻密な膜形成が行えるようにしたものである。

#### 【0019】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【0020】図1は本発明の一実施形態の弾性表面波装置の断面構造を示す概略図である。本実施形態の弾性表面波装置は、サファイヤ(0001)基板1と、サファイヤ(0001)基板1の上に形成され(111)方位に強く配向したAlあるいはAl系合金からなるくし形電極膜2と、くし形電極膜2を覆って形成されるZnO圧電薄膜3とで構成される。ZnO圧電薄膜3はサファイヤ(0001)基板1上においても、またくし形電極

膜2上でも、(0001)方位の配向膜あるいは単結晶膜となる。

【0021】ストレスマイグレーション現象は、くし形電極膜2に印加されるSAWの振動によってAl原子が結晶粒界を通過して拡散する現象であるから、くし形電極膜2の結晶粒が最密充填構造、すなわち(111)面が揃った配向構造をとる方が、他の方位の配向構造よりもストレスマイグレーション現象に対して強い。

【0022】したがって、くし形電極膜2の材料として、(111)方位の配向膜あるいは単結晶膜を用いればよい。

【0023】本実施形態では、サファイヤ(0001)基板1上に(111)方位に強く配向したAl膜によるくし形電極膜2を形成しているため、SAWデバイスのストレスマイグレーション耐性を高めることができる。

【0024】次に、本実施形態の弾性表面波装置の製造方法について説明する。

【0025】本実施形態の弾性表面波装置の製造方法は下記の条件を必要とする。

【0026】(1)圧電基板としては

【0027】

【外4】

#### (01T2)

方位ではなく(0001)方位のサファイヤ基板を用いることが必要である。

【0028】これは一般に、単結晶や配向性の高い金属膜を形成するためには、金属膜の成長方位に適した単結晶基板が必要であるからである。結晶表面の対称性を考えると、サファイヤ(0001)面は6回対称であり、Al(111)の対称性と整合する。これに対して、サファイヤ

【0029】

【外5】

#### (01T2)

面は2回対称であるためにAl(111)の形成には適当でない。

【0030】(2)Alの成膜に先立ってサファイヤ(0001)基板1を化学エッチングすることが必要である。これは、サファイヤ単結晶基板表面上には、研磨工程などが原因となって、結晶構造の乱れた表面変質層が存在するからである。単結晶本来の結晶構造を持つ生の格子面はこのような表面変質層で覆われた状態となっているために、何らかの前処理を行い、表面変質層を除去しないと、単結晶または配向性の高いAl膜を形成するのは難しい。サファイヤ(0001)基板1の化学エッチングは、フッ酸やバッファードフッ酸を用いることが望ましい。

【0031】(3)イオンビームスパッタ法により化学エッチングしたサファイヤ(0001)基板1上にAl膜を堆積することが必要である。それは、イオンビーム

スパッタ法は、蒸着法や通常のDCあるいはRFスパッタ法に比べ、被成膜物質原子の基板へのエネルギーが高く、このために基板面上でのマイグレーションが促進され、密な膜形成が行えるため、サファイヤ(0001)基板上への(111)方位のAl膜形成が容易にできるためである。

【0032】(111)配向性の高いAlあるいはAl系合金膜の形成には、上述した3つの条件、すなわち、(1)化学エッチングした、(2)サファイヤ(0001)基板上に、(3)イオンビームスパッタ法で成膜する、が必要であり、ひとつの条件でも満たされなければ、配向性の高いAl(111)膜を形成することはできない。

【0033】次に具体的な製造方法について述べる。

【0034】まず、化学エッチングを行うため10%フッ酸水溶液にサファイヤ(0001)基板1を30秒間浸漬する。フッ酸の濃度は10~50%の範囲にあれば、浸漬時間を適宜調整することによってサファイヤ(0001)基板1表面層のエッチングを行うことができる。エッチング液としてはフッ酸に限定されるものではなく、バッファードフッ酸やフッ酸と他の酸との混合液であってもよい。化学エッチングが終了したら、純水によりサファイヤ(0001)基板1を洗浄し、乾燥させる。以上の前処理を行ったサファイヤ(0001)基板1を図2のイオンビームスパッタ装置に導入し、Al

あるいはAl系合金をくし形電極膜2として形成する。

【0035】イオンビームスパッタ装置は、カウフマン型のイオン源11と、水冷された銅ブロック上に固定されたアルミニウムあるいはアルミニウム系合金(Al-2wt%Cu合金やAl-1wt%Si-0.5%Cu合金等)のターゲット12と、サファイヤ(0001)基板1をマウントした基板ホルダー13と、基板ホルダー13を保持する基板ホルダーステージ14と、サファイヤ(0001)基板1上に成膜されたAl膜の結晶性を評価するためのRHEED(Reflection High Energy Electron Diffraction: 反射高速電子線回折)電子銃15と、蛍光スクリーン16と、クライオポンプ17と、ゲートバルブ18とにより構成される。イオン源11は、マスフローコントローラ19を通して図示していないガスボンベよりアルゴンガスが供給される。イオン源11に供給されるガスとしては、アルゴンに限定されるものではなく、キセノン、クリプトン等の希ガスであっても同様な効果をえられる。

【0036】イオンビームスパッタ法によるAlあるいはAl系合金膜の典型的な作製条件を表1に示す。

【0037】

【表1】

項目	条件
バックグラウンド真空度	$1.3 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ ( $1 \times 10^{-7} \text{ Torr}$ ) 以下
スパッタ時アルゴン圧	$2.7 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ ( $2 \times 10^{-4} \text{ Torr}$ )
基板温度	25℃ (室温)
成膜速度	0.1 nm/s
イオン源加速電圧	1200 V

作製されたAl系合金膜の結晶性は、RHEEDならびにX線回折(XRD: X-ray Diffraction)によって評価することができる。サファイヤ(0001)基板1上に成膜したAlあるいはAl系合金膜をフォトリソグラフィにより加工し、サファイヤ(0001)基板1上に一定周期の電極幅と電極間隔を持つインターディジタル型のくし形電極膜2を形成する。そして、マグネトロンスパッタによりくし形電極膜2の上からサファイヤ(0001)基板1上にZnO膜を成長させることによりZnO圧電薄膜3を形成し、所望の中心周波数、帯域幅を持つSAWフィルタが作製できる。

【0038】上記の方法により作製されたSAWフィル

タの耐電力性は、特開平3-48511号公報に記載されているシステムおよび方法により評価した。すなわち図3に示すように、信号発生器21の出力信号をパワーアンプ22により電力増幅し、その出力を恒温槽23の中に入れられたSAWフィルタ24に印加する。そして、SAWフィルタ24の出力はパワーメータ25に入力されてレベル測定されるとともに、パワーメータ25の出力はコンピュータ26を介して信号発生器21へフィードバックされ、信号発生器21の周波数をコントロールして印加信号の周波数が常に伝送特性のピーク周波数となるようにしている。以下の実施例では、+30 dBm(1W)の電力を印加し、恒温槽23の温度は85

℃として劣化を加速した。SAWフィルタ24の寿命は、下記のように定義する。試験前のSAWフィルタ24の出力を $P_0$ 、試験開始から時間 $t$ 経過後のSAWフィルタ24の出力を $P(t)$ とすると、初期値より1.0dB低下した時点、すなわち、 $P(t) \leq P_0 - 1.0 \text{ (dB)}$ となったときをSAWフィルタの寿命と定義した。

【0039】

【実施例1】異なる方位のサファイヤ基板について、フッ酸による化学エッチングを行った後、イオンビームスパッタ法を用いて100nmのAl-0.5wt%Cu膜を作製し、RHEEDならびにXRDにより膜の結晶性を調べた。用いたサファイヤ基板は、

【0040】

【外6】

(01 $\bar{1}$ 2)

面、

【0041】

【外7】

(11 $\bar{2}$ 0)

面、(0001)面、

【0042】

【外8】

(1 $\bar{1}$ 00)

面であるが、サファイヤ(0001)基板上においてのみ(111)に強く配向したAl-0.5wt%Cu膜が得られた。その他の方位のサファイヤ基板面上には、多結晶膜しか得られなかった。特開平3-40510号で(311)方位の単結晶Al膜が得られるとされているサファイヤ

【0043】

【外9】

(01 $\bar{1}$ 2)

基板上にも多結晶膜しか得られなかった。なお、本実施例では、Al-0.5wt%Cu膜について調べたが、純Al膜あるいはAl-2.0wt%Cu合金膜、Al-1.0wt%Si-0.5wt%Cu合金膜でも全く同じ結果であった。

【0044】

【実施例2】サファイヤ(0001)基板について、基板の化学エッチングを行った基板と化学エッチングを行わなかった基板とを同一の基板ホルダーにマウントし、イオンビームスパッタ法により、50nmのAl-1.0wt%Cu膜を作製し、その配向性をRHEEDならびにXRDにより調べた。化学エッチングを行ったサファイヤ(0001)基板上には(111)に強く配向した膜が得られたが、化学エッチングを行わなかった基板上では配向性のない多結晶膜しか得られなかった。

【0045】

【実施例3】化学エッチングを行ったサファイヤ(00

01)基板上に、電子ビーム蒸着法、DCスパッタ法、イオンビームスパッタ法により100nmの純Al膜を作製し、結晶性をXRDにより評価した。イオンビームスパッタ法において作製した場合にのみ(111)に強く配向したAl膜が得られた。電子ビーム蒸着法、DCスパッタ法で作製したAl膜は多結晶であった。

【0046】

【実施例4】化学エッチングしたサファイヤ(0001)基板上にイオンビームスパッタ法により(111)配向を持つAl-2.0wt%Cu膜(膜厚50nm)を作製した。この膜をフォトリソグラフィにより加工し、0.4 $\mu$ mの電極幅、電極間距離を持つインターデジタル型のくし形電極膜を作製した後、2 $\mu$ mのZnO圧電薄膜を反応性スパッタ法により成膜し、中心周波数2.4GHzのSAWフィルタを作製した。そして、このSAWフィルタの耐電力寿命を図3に示した印加電力試験評価システムにより調べた。寿命の定義は前述したとおりである。比較例として、化学エッチングを行わずイオンビームスパッタ法により作製した多結晶のAl膜によるくし形電極膜を有するSAWフィルタについても同様な評価を行った。印加電力試験評価システムの恒温槽の温度を85℃、印加電力を1Wとしたとき、(111)配向を示すくし形電極膜のSAWデバイスの耐電力寿命は500時間であるのに対し、多結晶のくし形電極膜のSAWデバイスの耐電力寿命はわずか5分間であり、化学エッチングを行ったことにより6000倍の耐電力性を示すことがわかった。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、下記のような効果を有する。

(1) 大きな電力が印加されてもストレスマイグレーション現象の発生を抑制できるため、高周波対応の高耐電力SAWデバイスを提供することができる。

(2) 下地金属膜にAlあるいはAl系合金以外の成膜手段が不要であるために、大きな成膜装置を必要とせず、製造工程、製造装置を簡素にすることができる。

(3) 形成することが難しい(311)方位の単結晶Al膜を必要としないため、製造歩留まりが向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態の弾性表面波装置の断面構造を示す概略図である。

【図2】図1の弾性表面波装置を製造する際に用いるイオンビームスパッタ装置の構造図である。

【図3】図1の弾性表面波装置の耐電力試験評価システムのブロック図である。

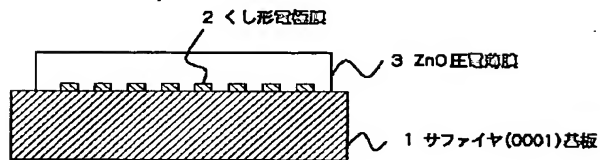
【符号の説明】

- 1 サファイヤ(0001)基板
- 2 くし形電極膜
- 3 ZnO圧電薄膜
- 11 イオン源

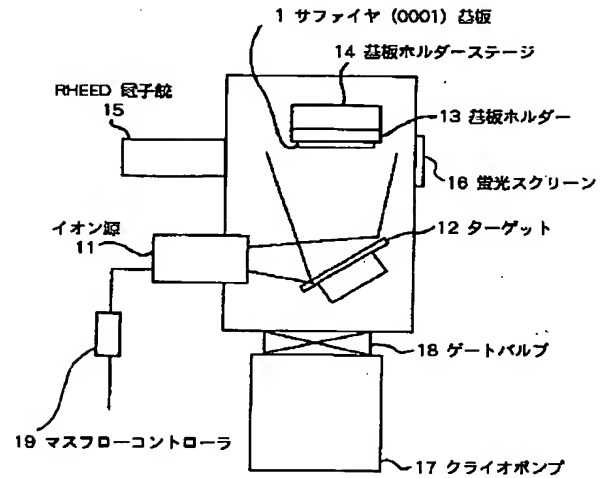
- 12 ターゲット
- 13 基板ホルダー
- 14 基板ホルダーステージ
- 15 RHEED電子銃
- 16 蛍光スクリーン
- 17 クライオポンプ
- 18 ゲートバルブ

- 19 マスフローコントローラ
- 21 信号発生器
- 22 パワーアンプ
- 23 恒温槽
- 24 SAWフィルタ
- 25 パワーメータ
- 26 コンピュータ

【図1】



【図2】



【図3】

